

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-284295

(43)Date of publication of application : 13.10.2000

(51)Int.Cl.

G02F 1/1339

G02F 1/13

G02F 1/1333

G09F 9/30

(21)Application number : 11-089612

(71)Applicant : HITACHI TECHNO ENG CO LTD

(22)Date of filing : 30.03.1999

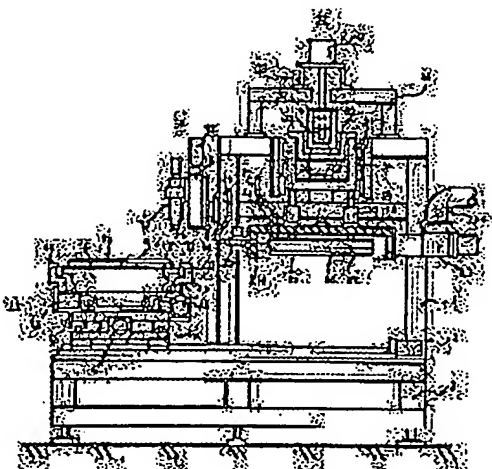
(72)Inventor : HACHIMAN SATOSHI
IMAIZUMI KYOSHI
SAITO MASAYUKI
KAWASUMI YUKIHIRO
SANKAI HARUO
HIRAI AKIRA

(54) METHOD AND APPARATUS FOR ASSEMBLING SUBSTRATE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To bond substrates which are approximately the same to each other with high accuracy in a vacuum even if the substrate size increases and the thickness thereof is reduced.

SOLUTION: Electrostatic attraction force is acted on an upper substrate 1b from a pressurizing plate 27 and the upper substrate 1b is held on the pressurizing plate 27 and is bonded thereto in the vacuum. Further, the upper substrate 1b is held on the pressurizing plate 27 by suction attraction force and the electrostatic attraction force is acted on the upper substrate 1b accepted in the position of the extent slight apart from the pressurizing plate 27 dropped when the suction attraction force disappears in the process of progressing the pressure reduction, by which the upper substrate 1b is again held on the pressurizing plate 27 and the bonding in the vacuum is executed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.04.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

【特許請求の範囲】

【請求項1】貼り合わせる一方の基板を加圧板の下面に保持し、貼り合わせる他方の基板をテーブル上に保持して対向させ、いずれかの基板に設けた接着剤により真空中で間隔を狭めて貼り合わせる基板の組立方法において、

加圧板から一方の基板に静電吸着力を作用させて一方の基板を加圧板に保持させて貼り合わせを行うことを特徴とする基板の組立方法。

【請求項2】貼り合わせる一方の基板を加圧板の下面に保持し、貼り合わせる他方の基板をテーブル上に保持して対向させ、いずれかの基板に設けた接着剤により真空中で間隔を狭めて貼り合わせる基板の組立方法において、

一方の基板を加圧板に大気中で吸引吸着力によって保持させ、減圧を進める過程で吸引吸着力が消えて落下する一方の基板を加圧板から僅かに離れた程度の位置に受け止めて、この一方の基板に加圧板から静電吸着力を作用させて加圧板に一方の基板を保持させて貼り合わせを行なうことを特徴とする基板の組立方法。

【請求項3】貼り合わせる一方の基板を加圧板の下面に保持し、貼り合わせる他方の基板をテーブル上に保持して対向させ、いずれかの基板に設けた接着剤により真空中で間隔を狭めて貼り合わせる基板の組立方法において、

一方の基板を加圧板に大気中で吸引吸着力によって保持させるとともに押し当てておき、減圧を進める過程で吸引吸着力が消える前後でこの一方の基板に加圧板から静電吸着力を作用させて加圧板に一方の基板を引き続き保持させて貼り合わせを行なうことを特徴とする基板の組立方法。

【請求項4】真空チャンバ内の上方に位置する加圧板の下面に貼り合わせる一方の基板を保持し、貼り合わせる他方の基板を真空チャンバ内の下方に位置するテーブル上に保持して両基板を対向させ、いずれかの基板に設けた接着剤により真空中で両基板の間隔を狭めて基板同士を貼り合わせる基板の組立装置において、

加圧板に一方の基板を吸引吸着力で保持させる手段と静電吸着力で保持させる手段を設け、真空チャンバ内の減圧を進める過程で吸引吸着力が消えた時に落下する一方の基板を加圧板から僅かに離れた程度の位置に受け止める手段あるいは加圧板に一方の基板を押し付ける手段を設け、この受け止め手段あるいは押し付ける手段上に一方の基板があるときに少なくとも静電吸着力を作用させて加圧板に一方の基板を保持させる手段を設けたことを特徴とする基板の組立装置。

【請求項5】真空チャンバ内の上方に位置する加圧板の下面に貼り合わせる一方の基板を保持し、貼り合わせる他方の基板を真空チャンバ内の下方に位置するテーブル上に保持して両基板を対向させ、いずれかの基板に設け

た接着剤により真空中で両基板の間隔を狭めて基板同士を貼り合わせる基板の組立装置において、

テーブルは真空チャンバの内外間を水平に移動できるものであり、真空チャンバの外に位置したテーブル上の他方の基板に接着剤を閉鎖したパターンに描画する手段と、テーブル上における他方の基板上の接着剤の閉鎖したパターン内に液晶を滴下する手段を設け、加圧板に一方の基板を吸引吸着力で保持させる手段と静電吸着力で保持させる手段を設け、真空チャンバ内の減圧を進める過程で吸引吸着力が消えた時に落下する一方の基板を加圧板から僅かに離れた程度の位置に受け止める手段あるいは加圧板に一方の基板を押し付ける手段を設け、この受け止め手段あるいは押し付ける手段上に一方の基板があるときに少なくとも静電吸着力を作用させて加圧板に一方の基板を保持させる手段を設けたことを特徴とする基板の組立装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、真空チャンバ内で貼り合わせる基板同士をそれぞれ保持して対向させ真空中で間隔を狭めて貼り合わせる基板の組立方法とその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示パネルの製造には、透明電極や薄膜トランジスタアレイを付けた2枚のガラス基板を数 μm 程度の極めて接近した間隔をもって接着剤（以下、シール剤ともいう）で貼り合わせ（以後、貼り合せ後の基板をセルと呼ぶ）、それによって形成される空間に液晶を封止する工程がある。

【0003】この液晶の封止には、注入口を設けないようにシール剤をクローズしたパターンに描画した一方の基板上に液晶を滴下しておいて他方の基板を一方の基板上に配置し真空中で上下の基板を接近させて貼り合わせる特開昭62-165622号公報で提案された方法や、一方の基板上に注入口を設けるようにシール剤をパターン描画して真空中で基板の貼り合わせ後にシール剤の注入口から注入する特開平10-26763号公報で提案された方法などがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術では、シール剤のパターン描画の前後に係わらず、いずれも両基板は真空中で貼り合わせている。真空中では、大気状態時のように、基板を大気との圧力差で吸引吸着することができない。

【0005】上側に位置する基板（以下、上基板と呼ぶ。）の端部を機械的に保持すると基板の中央部がたわみ、そのたわみは最近の基板大型化、薄板化傾向が強まるにつれて大きくなっている。

【0006】上下各基板の周縁端部に設けた位置合わせマークを利用して位置決めを行うため、たわみが大きい

程両基板の端部同士の間隔は揃がり位置合わせができない。

【0007】更に、上基板のたわみで上基板の中央部が周縁部よりも先に下側の基板（以下、下基板と呼ぶ。）に接触するので、基板間隔を一定にする為に基板間に散布されているスペーサが動き、基板上に形成されている配向膜などを傷つけてしまう。

【0008】実際には貼り合せる上下の基板は同サイズなので、保持代がほとんど取れない状態にある。

【0009】それゆえ本発明の目的は、基板サイズが大型化、薄板化しても真空中で高精度に同程度の基板同士を貼り合せることが可能な基板の組立方法およびその装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の特徴とするところは、加圧板から上基板に静電吸着力を作用させて加圧板上基板を保持させて真空中で貼り合わせを行うことにある。

【0011】さらには、上基板を加圧板に大気中で吸引吸着力で保持させ、減圧を進める過程で吸引吸着力が消えた時に落下する上基板を加圧板から僅かに離れた程度の位置に受け止めて、この上基板に加圧板から静電吸着力を作用させて、再び加圧板上基板を保持させて真空中で貼り合わせを行なうことにある。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図に基づいて説明する。

【0013】図1乃至図3において、本発明になる基板組立装置は、液晶滴下部S1と基板貼合部S2から構成され、この両部分は架台2上に隣接して配置される。架台2の上方には基板貼合部S2を支持するフレーム3がある。また、架台2の上面には、XYθステージT1が備えられている。Xステージ4aは、駆動モータ5により、図面上で左右のX軸方向に、即ち、液晶滴下部S1と基板貼合部S2間を往来できるようになっている。Yステージ4bはXステージ4a上にあり、駆動モータ6によりXステージと直交するY軸方向に往来できるようになっている。θステージ4cはYステージ4b上にあり、回転ベアリング7を介して駆動モータ8によりYステージ4bに対して水平に回転可能になっていて、θステージ4c上に基板を搭載するテーブル9が固定される。また、Yステージ4bにプレート13で下チャンバ10が固定されている。θステージ4cは、下チャンバ10に対し回転ベアリング11と真空シール12を介して軸Aを回転中心として回転自由に取付けられ、θステージ4cが回転しても下チャンバ10はつられて回転しない構造としている。

【0014】液晶滴下部S1は、テーブル9に保持された下基板1aに所望量の液晶剤を滴下するためのフレーム3から突出したブラケット14で支持されたディス

ンサ17とこれを上下移動させるためのZ軸ステージ15とそれを駆動するモータ16で構成される。下基板1aをテーブル9上に保持搭載したXYθステージT1は、液晶剤を滴下するディスペンサ17のノズル18に対し、XおよびY方向に移動する。これにより、下基板1a上の任意の個所に所望量の液晶剤が滴下される。

【0015】液晶滴下後の下基板1aを搭載保持したXYθステージT1は基板貼合部S2の下部に駆動モータ5によって移動する。

【0016】基板貼合部S2では、上チャンバ21とその内部の静電吸着板28がそれぞれ独立して上下動できる構造になっている。即ち、上チャンバ21は、リニアブッシュと真空シールを内蔵したハウジング30を有しており、シャフト29をガイドとしてフレーム2に固定されたシリンダ22により上下のZ軸方向に移動する。

【0017】XYθステージT1が基板貼合部S2に移動して上チャンバ21が下降すると、下チャンバ10の周りに配置してあるOリング44に上チャンバ21のフランジが接触し一体となり、この時真空チャンバとして機能する状態になる。

【0018】Oリング44のつぶれ量は、上チャンバ21の下降停止位置を調整し、真空チャンバ内を真空に保つことができ、かつ、最大の弾性が得られる程度に設定する。

【0019】ハウジング30は、上チャンバ21が下チャンバ10と真空チャンバを形成して変形しても、シャフト29に対し真空漏れを起こさないで上下動可能な真空シールを内蔵しているので、真空チャンバの変形がシャフト29に与える力を吸収することができ、シャフト29に固定され静電吸着板28を保持した加圧板27の変形がほぼ防止でき、後述するように静電吸着板28に保持された上基板1bとテーブル9に保持された下基板1aとの平行を保って貼り合わせが可能となる。

【0020】23は真空バルブ、24は配管ホースで図示していない真空源に接続され、これらは真空チャンバを減圧し真空にする時に使用される。また、25はガスパーシバルブ、26はガスチューブで、N₂やクリーンドライエアー等の圧力源に接続され、これらは真空チャンバを大気圧に戻す時に使用される。

【0021】上基板1bは静電吸着板28の下面に密着保持されるが、大気下において上基板1bは吸引吸着で静電吸着板28に保持されるようになっている。即ち、41は吸引吸着用継手、42は吸引チューブであり、図示していない真空源に接続され、静電吸着板28面には、それにつながる複数の吸引孔が設けられている。

【0022】尚、周りが大気の場合、静電吸着を併用してもよいし、静電吸着力が大きい場合は、吸引吸着を不要としてもよい。

【0023】静電吸着板28はシャフト29で支持された加圧板27に取付けられており、シャフト29はハウ

ジング31、32に固定されている。ハウジング31はフレーム2に対してリニアガイド34で取付けられ、静電吸着板28は上下動可能な構造になっている。その上下駆動はフレーム2とつながるフレーム35上のブラケット38に固定されたモータ40により行う。駆動の伝達はボールねじ36とナットハウジング37で実行される。ナットハウジング37は荷重計33を介してハウジング32とつながり、その下部の静電吸着板28と一体で動作する。

【0024】従って、モータ40によってシャフト29が下降し、上基板1bを保持した静電吸着板28が下降し上基板1bがテーブル9上の下基板1aと密着して、加圧力を与えることのできる構造となっている。この場合、荷重計33は加圧力センサとして働き、逐次、フィードバックされた信号を基にモータ40を制御することで、上下基板1a、1bに所望の加圧力を与えることが可能となっている。

【0025】下基板1aは重力方向の搭載なので、図2に示すようにテーブル9に設けた位置決め部材81に押付ローラ82による水平方向での押付けによる位置決めの固定で十分であるが、貼り合わせ直前の微小位置決めの際、上基板1bが下基板1a上のシール剤や液晶剤と接触した影響で下基板1aがずれたり持上がる可能性があることや真空チャンバ内が減圧され真空になる過程で下基板1aとテーブル9との間に入り込んでいる空気が逃げて下基板1aが踊りずれる可能性があるため、テーブル9に対しても静電吸着の機能を持たせても良い。そして、テーブル9に上下Z軸方向に移動できるピンを設け接地しておく、基板貼り合わせ後のセルの帯電防止とテーブル9からのセル取り外しを容易に行なうことができる。

【0026】図2に示す60は、静電吸着板28が吸引吸着をしていて真空チャンバが減圧され吸引吸着力が消えて上基板1bが落下するときに静電吸着板28の僅か下の位置で受け止める受止爪で、上基板1bの2個の対角の位置にあって下方に伸びたシャフト59で釣り下げた形に支持されている。具体的には、図3に示すように、シャフト59は上チャンバ21のハウジング58を介して真空シールされて回転と上下移動ができるようになっている。即ち、シャフト59は、シャフト29に設けたブラケット63に固定された昇降アクチュエータ62でシャフト29の上下移動とは独立してさらに上下に移動できるだけでなく、回転アクチュエータ61によって回転できるようになっている。

【0027】次に、基板を吸着する静電吸着板28について説明する。

【0028】静電吸着板28は絶縁物の板であり、方形の凹部を2個有していて、各凹部に内蔵された平板電極を誘電体で覆ってその誘電体の主面が静電吸着板28の下面と同一平面になっている。埋め込まれた各平板電極

はそれぞれ正負の直流電源に適宜なスイッチを介して接続されている。

【0029】従って、各平板電極に正あるいは負の電圧が印加されると、静電吸着板28の下面と同一平面になっている誘電体の主面に負あるいは正の電荷が誘起され、それら電荷によって上基板1bの透明電極膜との間に発生するクーロン力で上基板1bが静電吸着される。各平板電極に印加する電圧は同極でもよいしそれぞれ異なる双極でもよい。

【0030】次に、本基板組立装置で基板を貼り合わせる工程について説明する。

【0031】まず、テーブル9に上基板1bを保持した治具を搭載し、駆動モータ5でXYθステージT1を基板貼合部S2に移動させる。そこでモータ40によりシャフト29を介して加圧板27や静電吸着板28を降下させ、テーブル9上の上基板1bを吸引吸着させてから、モータ40で上昇させて、上基板1bを待機状態とする。

【0032】XYθステージT1は液晶滴下部S1に戻って、空になった治具が外されテーブル9上に下基板1aが搭載され、図2に示すように所望位置に固定保持される。

【0033】図1には示していないが、フレーム3にシール剤を吐出するデイスペンサがあって、XYθステージT1の各モータ5、6で下基板1aをXY軸方向に移動させつつシール剤を吐出させると、下基板1a上にクローズ（閉鎖）したパターンでシール剤を描画できる。その後、デイスペンサ17から液晶剤を下基板1a上に滴下する。この場合、シール剤がダムとなって、滴下した液晶剤は流失することはない。

【0034】次に、XYθステージT1を基板貼合部S2に移動させ、シリンダ22で上チャンバ21を降下させ、そのフランジ部21aをリング44に当接させて下チャンバ10と真空チャンバを形成させる。そして、真空バルブ23を開放して真空チャンバ内が減圧していく。この時、上基板1bは静電吸着板28に吸引吸着された状態になっているので、減圧が進み真空化していくと上基板1bに作用していた吸引吸着力は消えて行き、上基板1bが自重で落下する。これを図2に示すように受止爪60で受け止めて、図3に示すように静電吸着板28の僅か下の位置に保持しておく。

【0035】真空チャンバ内が充分真空になった時点で、静電吸着板28に電圧を印加して受止爪60上の上基板1bを、静電吸着板28にクーロン力で吸引保持する。この場合、既に真空になっているので、静電吸着板28と上基板1bの間に空気が残るようなことは無いし、その空気が逃げるときに上基板1bが踊ることもない。より重要なことは空気を介在させることなく、静電吸着板28に上基板1bが密着していることである。そのため、誘起電荷で放電が発生することがない。

【0036】空気を残したまま放電を生じると空気が膨張し、上基板1bを静電吸着板28から剥離させたり薄ガラス製の上基板1bを破壊することがあるが、本実施形態によれば空気が存在しないので、そのような異常事故は発生しない。

【0037】その後、昇降アクチュエータ62でシャフト59を下降させ、次に、回転アクチュエータ61でシャフト59を回転させ、受止爪60が上下両基板の貼り合わせの邪魔にならぬようにしてから、モータ40で加圧板27を降下させ、荷重計33で加圧力を計測しつつモータ40を制御して上下両基板1a、1bを所望間隔に貼り合わせる。

【0038】この場合、上基板1bは静電吸着板28に密着していて中央部が垂れ下がっていることはないから、液晶剤中のスペーサに悪影響を与えたり、基板同士の位置合わせが不可能になることはない。因みに、位置合わせは図示を省略した上チャンバ21に設けた覗き窓から画像認識カメラで上下各基板1a、1bに設けられている位置合わせマークを読み取って画像処理により位置を計測し、XYθステージT1の各ステージ4a乃至4cを微動させて、高精度な位置合わせを行なう。

【0039】貼り合わせが終了すると、真空バルブ23を締めてガスバージバルブ25を開き、真空チャンバ内にN₂やクリーンドライエアーを供給し、大気圧に戻してからガスバージバルブ25を閉じて、シリンダ22で上チャンバ21を上昇させ、XYθステージT1を液晶滴下部S1に戻して、テーブル9からセルを外し次の貼り合わせに備える。ここで、貼合後のセルは帯電している場合があるので、接地した除電バーに接触させたりイオン風を吹き当てるなどの除電処理をしてから、テーブル9からセルを外すと良い。テーブル9から外したセルは下流のUV照射装置や加熱装置などでシール剤が硬化される。

【0040】以上の実施形態では、シール剤を吐出して液晶を滴下し直ちに貼り合せに移行するので、基板が塵埃を受けづらく生産歩留まりを向上できる。また、XYθステージT1を上基板1bの真空チャンバ内への搬送に利用でき、装置の小型化が図られている。

【0041】本発明は以上説明した実施形態に限らず、以下の様に実施しても良い。

【0042】(1) 上基板1bの静電吸着板28への供給は、XYθステージT1に上下方向に伸縮可能な複数の受止爪(図2の受止爪60相当のもの)を設けておいて、XYθステージT1が液晶滴下部S1にあるときにその複数の受止爪上に上基板1bを載せて、XYθステージT1を基板貼合部S2に移動させるようにしてもよい。

【0043】(2) また、ロボットハンドから直接静

電吸着板28に吸引吸着をしてよい。

【0044】(3) 上記(1)で説明したXYθステージT1に設けた受止爪で、減圧が進む際に落下する上基板1bを受け止めるようにしてもよい。

【0045】(4) さらに、図2の受止爪60や上記(1)で説明したXYθステージT1に設けた受止爪で、上基板1bが落下する前に上基板1bを静電吸着板28に押し付けておいて、静電吸着板28に吸引吸着された状態から減圧を進めて、静電吸着に切替えてもよい。この場合、物理的に上基板1bが静電吸着板28に密着しているということがないようにしておくことで、上基板1bと静電吸着板28の間の空気を減圧とともに真空化することができる。

【0046】(5) さらにまた、図2の受止爪60や上記(1)で説明したXYθステージT1に設けた受止爪で、上基板1bを静電吸着板28から僅かに離れた位置に保持しておいて、吸引吸着をしないで減圧を進める途中で静電吸着を行なってもよい。

【0047】(6) また、図2では受止爪60により上基板1bの2個の角部(対角を構成する2隅)を保持しているが、上基板1bの4個の角部(4隅)を保持したり、上基板1bの4辺あるいは長手方向の2辺または幅方向の2辺を適宜な手段で保持するようにしてもよい。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、基板サイズが大型化、薄板化しても真空中で高精度に同程度の基板同士を貼り合せることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示す基板組立装置の概略図である。

【図2】上下の各基板を貼り合わせる時の状況を示す斜視図である。

【図3】上基板に静電吸着力を作用させ上下両基板を貼り合わせる直前の状況を示す要部の断面図である。

【符号の説明】

S2 基板貼合部

1a 下基板

1b 上基板

9 テーブル

10 下チャンバ

21 上チャンバ

23 真空バルブ

27 加圧板

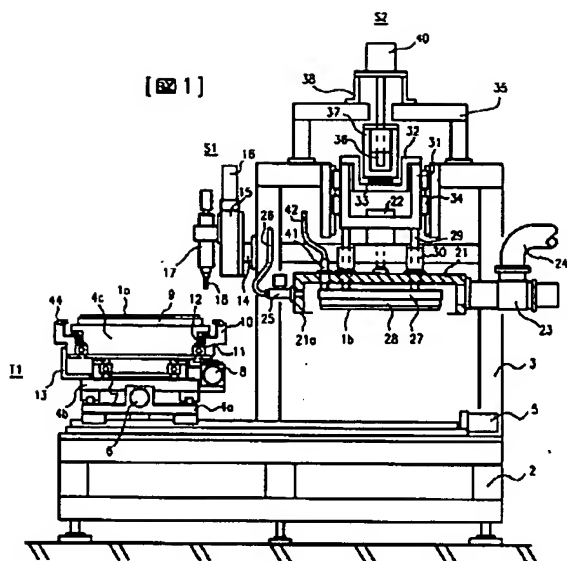
28 静電吸着板

59 シャフト

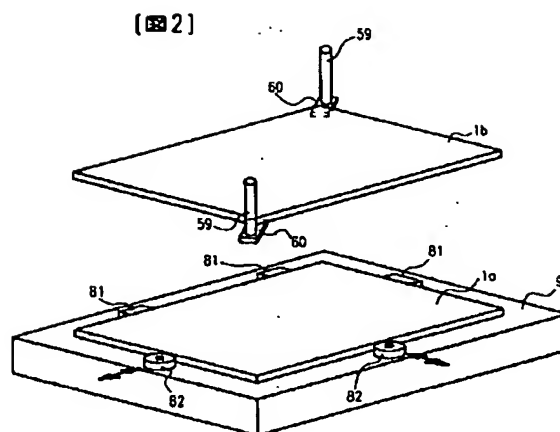
61 回転アクチュエータ

62 昇降アクチュエータ

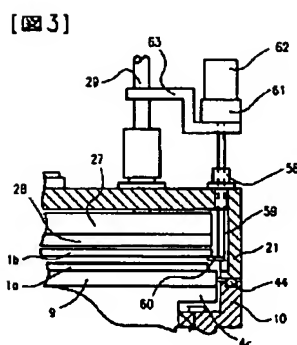
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 齊藤 正行

茨城県竜ヶ崎市向陽台5丁目2番 日立テクノエンジニアリング株式会社開発研究所内

(72)発明者 川隅 幸宏

茨城県竜ヶ崎市向陽台5丁目2番 日立テクノエンジニアリング株式会社開発研究所内

(72)発明者 三階 春夫

茨城県竜ヶ崎市向陽台5丁目2番 日立テクノエンジニアリング株式会社開発研究所内

(72)発明者 平井 明

茨城県竜ヶ崎市向陽台5丁目2番 日立テクノエンジニアリング株式会社開発研究所内

Fターム(参考) 2H088 FA01 FA10 FA16 FA30 HA01
2H089 NA49 NA60 QA11
2H090 JC12 LA02
5C094 AA14 AA42 AA43 AA55 BA43
GB01

**Partial translation of Japanese Laid-open patent
publication No. 2000-284295**

Publication date: October 13, 2000

Filing date: March 30, 1999

Applicant: HITACHI TECHNO ENGINEERING CO., LTD.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[Technical Field of the Invention]

The present invention relates to a substrate assembling method which holds and sets substrates to be bonded together in a vacuum chamber to face each other and narrows the gap therebetween and bond them together in vacuum, and an apparatus therefor.

[0002]

[Prior Art]

Fabrication of a liquid crystal display panel involves a step of bonding two glass substrates with transparent electrodes and a thin film transistor array together with an extremely narrow gap of about several micrometers by an adhesive (hereinafter called a sealing material) and sealing a liquid crystal in the resultant space formed (the substrates after bonding will be hereinafter called a cell).

[0003]

For the sealing of a liquid crystal, there are a method as proposed in Japanese Unexamined Patent Publication No. Sho 62-165622 by which a liquid crystal is dropped on one substrate which has a sealing material drawn in a closed pattern in such a way as not to provide an inlet port, on the substrate the other substrate is placed and the upper and lower substrates are set closer to each other and bonded together in vacuum, and a method as

proposed in Japanese Unexamined Patent Publication No. Hei 10-26763 by which a pattern of a sealing material on one substrate is drawn in such a way that an inlet port is provided, the substrates are bonded together in vacuum, and then injection is made through the inlet port of the sealing material.

[0004]

[Problems to be Solved by the Invention]

Each of the above-described prior arts bonds both substrates together in vacuum, regardless of before or after drawing a pattern of a sealing material. In vacuum, unlike in the atmospheric condition, substrates cannot be sucked and chucked by a pressure differential with the atmosphere.

[0005]

When the end portion of a substrate positioned on the upper side (hereinafter called an upper substrate) is held mechanically, the center portion of the substrate deflects and the deflection becomes greater as the recent trend toward making substrates larger and thinner is growing.

[0006]

Positioning is carried out by using alignment marks provided at the peripheral portions of upper and lower substrates, so that as the deflection increases, the gap between the end portions of both substrates becomes wider, disabling alignment.

[0007]

Further, as the deflection of the upper substrate causes the center portion of the upper substrate to contact a substrate on the lower side (hereinafter called a lower substrate) before the peripheral portion, spacers scattered between the substrates to keep the substrate gap constant move, damaging alignment films or the like formed on the

substrates.

[0008]

As the upper and lower substrates to be bonded together are actually of the same size, holding margins can hardly be provided.

[0009]

Accordingly, it is an object of the present invention to provide a substrate assembling method which can bond substrates of about the same size together in vacuum at a high precision even when the substrate size becomes larger and thinner, and an apparatus therefor.

[0010]

[Means for Solving the Problems]

The feature of the invention which achieves the object lies in that electrostatic chucking force is applied to an upper substrate from a pressure plate to allow the pressure plate to hold the upper substrate and bonding is carried out in vacuum.

[0011]

Further, the upper substrate is held on the pressure plate in the atmosphere by suction chucking force, the upper substrate which falls when the suction chucking force disappears during the process of depressurization is received in a position slightly apart from the pressure plate, electrostatic chucking force is applied to the upper substrate from the pressure plate to allow the pressure plate to hold the upper substrate again, and bonding is carried out in vacuum.

[0012]

[Mode for Carrying Out the Invention]

One embodiment of the invention will be described below with reference to the drawings.

[0013]

In Figs. 1 to 3, a substrate assembling apparatus according to the invention comprises a liquid crystal dropping portion S1 and a substrate bonding portion S2 both of which are placed adjacent to each other on a support 2. Located above the support 2 is a frame 3 for supporting the substrate bonding portion S2. An XY θ stage T1 is provided on the top surface of the support 2. An X stage 4a is allowed by a drive motor 5 to move in the X-axial direction or right and left on the sheet of the drawing, i.e., between the liquid crystal dropping portion S1 and substrate bonding portion S2. A Y stage 4b is positioned above the X stage 4a and is allowed by a drive motor 6 to move in the Y-axial direction perpendicular to the X-axial direction. A θ stage 4c is positioned above the Y stage 4b and is allowed by a drive motor 8 to be rotatable horizontally with respect to the Y stage 4b via a rotary bearing 7, and a table 9 on which a substrate is to be mounted is fixed onto the θ stage 4c. A lower chamber 10 is secured to the Y stage 4b by a plate 13. The θ stage 4c is attached to the lower chamber 10 via a rotary bearing 11 and a vacuum seal 12 in such a way as to be freely rotatable about an axis A, so that even when the θ stage 4c rotates, the lower chamber 10 does not rotate along.

[0014]

The liquid crystal dropping portion S1 comprises a dispenser 17, which is for dropping a desired amount of a liquid crystal material onto a lower substrate 1a held onto the table 9 and is supported by a bracket 14 protruding from the frame 3, and an Z-axis stage 15 for moving the dispenser up and down, and a motor 16 for driving the Z-axis stage. The XY θ stage T1 which has the lower substrate 1a held and mounted on the table 9 moves in the X and Y

directions with respect to a nozzle 18 of the dispenser 17 which drops the liquid crystal material. Accordingly, the desired amount of the liquid crystal material is dropped onto the lower substrate 1a at an arbitrary location.

[0015]

The XYθ stage T1 which has mounted and held the lower substrate 1a after dropping of the liquid crystal material moves under the substrate bonding portion S2 by the drive motor 5.

[0016]

In the substrate bonding portion S2, an upper chamber 21 and an electrostatic chuck plate 28 inside it are constructed in such a way as to independently move up and down. That is, the upper chamber 21 has a housing 30 incorporating a linear bush and a vacuum seal and moves up and down in the Z direction with shafts 29 as a guide by a cylinder 22 fixed to the frame 2.

[0017]

When the upper chamber 21 moves downward with the XYθ stage T1 having moved to the substrate bonding portion S2, the flange of the upper chamber 21 contacts an O ring 44, arranged around the lower chamber 10, to become integral and in a state where, at this time, they serve as a vacuum chamber.

[0018]

The crushing amount of the O ring 44 is set to such a level as to be able to adjust the descending stop position of the upper chamber 21, keep vacuum in the vacuum chamber and acquire the maximum elasticity.

[0019]

Because the housing 30 incorporates the vacuum seal which can move up and down without causing vacuum leakage with respect to the shafts 29 even if the upper chamber 21

is deformed by the formation of the lower chamber 10 and the vacuum chamber, the force that the deformation of the vacuum chamber applies to the shafts 29 can be absorbed. This makes it possible to approximately prevent the deformation of a pressure plate 27 which is secured to the shafts 29 and has held the electrostatic chuck plate 28 so that bonding becomes possible while the parallelism of an upper substrate 1b held on the electrostatic chuck plate 28 and the lower substrate 1a held on the table 9 is kept as will be discussed later.

[0020]

23 is a vacuum valve, and 24 is a piping hose which is connected to an unillustrated vacuum source and they are used at the time of depressurizing the vacuum chamber to vacuum. 25 is a gas purge valve, 26 is a gas tube which is connected to a pressure source, such as N_2 or clean dry air, and they are used at the time of setting the vacuum chamber back to the atmospheric pressure.

[0021]

While the upper substrate 1b is held tightly to the bottom surface of the electrostatic chuck plate 28, it is held to the electrostatic chuck plate 28 by suction and chucking under the atmosphere. That is, 41 is a suction and chucking joint, 42 is a suction tube which is connected to the unillustrated vacuum source and a plurality of suction holes which are connected to them are provided in the surface of the electrostatic chuck plate 28.

[0022]

In case where the atmosphere is around, electrostatic chuck may be used together, and in a case where the electrostatic chucking force is large, suction and chucking may not be necessary.

[0023]

The electrostatic chuck plate 28 is attached to the pressure plate 27 supported by the shafts 29 which are secured to housings 31 and 32. The housing 31 is attached to the frame 2 by a linear guide 34 and the electrostatic chuck plate 28 is so structured as to be movable up and down. The upward and downward driving is executed by a motor 40 fixed to a bracket 38 on a frame 35 which is connected to the frame 2. The transmission of driving is executed by a ball screw 36 and a nut housing 37. The nut housing 37 is connected to the housing 32 via a load cell 33 and operates together with the electrostatic chuck plate 28 located thereunder.

[0024]

Therefore, the structure is such that as the shafts 29 are moved downward by the motor 40 and the electrostatic chuck plate 28 holding the upper substrate 1b is moved downward so that the upper substrate 1b closely contacts the lower substrate 1a on the table 9, thus ensuring application of pressure. In this case, the load cell 33 works as a pressure sensor and the desired pressure can be applied to the upper and lower substrates 1a, 1b successively by controlling the motor 40 based on a feedback signal.

[0025]

As the lower substrate 1a is mounted in the direction of gravity, it is sufficient to make fixation by positioning by pressing it against a positioning member 81, provided on the table as shown in Fig. 2, in the horizontal direction by a pressing roller 82. However, there are possibilities that the lower substrate 1a is shifted or lifted up by the influence of the contact of the upper substrate 1b with the sealing material or liquid crystal material on the lower substrate 1a at the time of fine

positioning immediately before bonding, and that the air entered between the lower substrate 1a and the table 9 escapes in the process of depressurizing the vacuum chamber to vacuum, causing the lower substrate 1a to slip. Therefore, the table 9 may be provided with a function of electrostatic chucking. If the table 9 is provided with a pin which can move up and down in the Z-axial direction and is grounded, it is possible to easily prevent charging of a cell after substrate bonding and remove the cell from the table 9.

[0026]

60 shown in Fig. 2 denotes reception claws which receive the upper substrate 1b in a position slightly below the electrostatic chuck plate 28 upon falling of the upper substrate, sucked and chucked by the electrostatic chuck plate 28, when the vacuum chamber is depressurized and the suction chucking force disappears, and which are supported in such a manner as to be suspended by shafts 59 extending downward at two diagonal positions of the upper substrate 1b. Specifically, as shown in Fig. 3, the shafts 59 are vacuum-sealed via a housing 58 of the upper chamber 21 and is rotatable and moved up and down. That is, the shafts 59 not only can be moved further up and down, independently of the up and down movement of the shafts 29, by an elevation actuator 62 fixed to brackets 63 provided on the shafts 29 but also can be rotated by a rotational actuator 61.

[0027]

Next, the electrostatic chuck plate 28 which chucks a substrate will be discussed.

[0028]

The electrostatic chuck plate 28 is a plate of an insulator and has two square recess portions, a flat electrode incorporated in each recess portion is covered

with a dielectric substance whose major surface is the same level with the bottom surface of the electrostatic chuck plate 28. The buried flat electrodes are each connected to positive and negative DC current sources via adequate switches.

[0029]

When a positive or negative voltage is applied to each flat electrode, therefore, a positive or negative voltage is induced on the major surface of the dielectric substance which is the same level with the bottom surface of the electrostatic chuck plate 28 and the upper substrate 1b is electrostatically chucked by the Column's force generated between it and the transparent electrode film of the upper substrate 1b by their charges. The voltages to be applied to each of the flat electrodes may have the same polarity or dipoles different from each other.

[0030]

A description will now be given of a step of bonding substrates by this substrate assembling apparatus.

[0031]

First, a jig holding the upper substrate 1b is mounted on the table 9, and the XYθ stage T1 is moved to the substrate bonding portion S2 by the drive motor 5. There, the pressure plate 27 and the electrostatic chuck plate 28 are moved downward via the shafts 29 by the motor 40 to suck and chuck the upper substrate 1b on the table 9, and are then moved upward by the motor 40 to set the upper substrate 1b in a standby state.

[0032]

The XYθ stage T1 returns to the liquid crystal dropping portion S1, the jig that has become empty is removed and the lower substrate 1a is mounted on the table 9 and is securely held in a desired position as shown in

Fig. 2.

[0033]

There is a dispenser, though not shown in Fig. 1, which discharges a sealing material on the frame 3, and as the sealing material is discharged while the lower substrate 1a is shifted in the X- and Y-axial directions by the motors 5 and 6 of the XYθ stage T1, the sealing material can be drawn in a closed pattern on the lower substrate 1a. Thereafter, a liquid crystal material is dropped on the lower substrate 1a from the dispenser 17. In this case, the sealing material serves as a dam so that the dropped liquid crystal material does not flow out.

[0034]

Next, the XYθ stage T1 is moved to the substrate bonding portion S2, the upper chamber 21 is moved down by the cylinder 22 and its flange portion 21a is caused to abut on the O ring 44 to thereby form the lower chamber 10 and the vacuum chamber. Then, the vacuum valve 23 is opened to depressurize the vacuum chamber. At this time, the upper substrate 1b is sucked and chucked by the electrostatic chuck plate 28, so that as depressurization proceeds to vacuum, the suction chucking force which has acted on the upper substrate 1b disappears, causing the upper substrate 1b to fall by its dead load. It is received by the reception claws 60 as shown in Fig. 2, and is held in a position slightly below the electrostatic chuck plate 28 as shown in Fig. 3.

[0035]

When the vacuum chamber is sufficiently evacuated, a voltage is applied to the electrostatic chuck plate 28 to allow the upper substrate 1b on the reception claws 60 to be sucked and held to the electrostatic chuck plate 28 by the Column's force. In this case, as vacuum has been

achieved, air does not remain between the electrostatic chuck plate 28 and the upper substrate 1b and the upper substrate 1b does not slip when the air escapes. It is more important that the upper substrate 1b be in close contact with the electrostatic chuck plate 28, without the intervention of air. Therefore, discharging will not be generated by induced charges.

[0036]

If discharging occurs with air remaining, the air may expand to separate the upper substrate 1b from the electrostatic chuck plate 28 or damage the upper substrate 1b of thin glass. According to the present embodiment, however, as air does not exist, such an abnormal accident will not occur.

[0037]

Thereafter, the shafts 59 are moved downward by the elevation actuator 62, after which the shafts 59 are rotated by the rotational actuator 61 to prevent the reception claws 60 from interfering with bonding of the upper and bottom substrates, then the pressure plate 27 is moved downward by the motor 40, and the upper and bottom substrates 1a, 1b are bonded together with a predetermined gap by controlling the motor 40 while measuring the pressure by the load cell 33.

[0038]

In this case, because the upper substrate 1b is in close contact with the electrostatic chuck plate 28 so that the center portion is not suspended, the spacers in the liquid crystal material are not adversely influenced nor does alignment of the substrates with each other become impossible. Incidentally, high-precision alignment is carried out by reading the alignment marks provided on the upper and bottom substrates 1a, 1b by an image

identification camera through an inspection hole, not shown, provided in the upper chamber 21, measuring the positions through image processing and finely moving each of the stages 4a to 4c of the XYθ stage T1.

[0039]

When bonding is finished, the vacuum valve 23 is closed and the gas purge valve 25 is opened to feed N₂ or clean dry air into the vacuum chamber to set it back to the atmospheric pressure, then the gas purge valve 25 is closed, the upper chamber 21 is moved upward by the cylinder 22 to set the XYθ stage T1 back to the liquid crystal dropping portion S1, and the cell is removed from the table 9 to be ready for the next bonding. Because there may be a case where the cell after bonding is charged, it is better to remove the cell from the table 9 after performing neutralization, such as making the cell contact with a grounded neutralization bar or spraying ion air on the cell. The sealing material of the cell removed from the table 9 is cured by a UV ray illuminating unit or a heating unit at the downstream.

[0040]

In the above embodiment, the liquid crystal is dropped after the sealing material is discharged after which bonding immediately follows, dust is not likely to stick on substrates and the production yield can be improved. Further, the XYθ stage T1 can be used in transferring the upper substrate 1b into the vacuum chamber, contributing to making the apparatus compact.

[0041]

The present invention is not limited to the above-described embodiment, but may be worked out as follows.

[0042]

(1) The supply of the upper substrate 1b to the electrostatic chuck plate 28 may be carried out by providing the XYθ stage T1 with a plurality of reception claws (equivalent to the reception claws 60 in Fig. 2) which can extend and contract in the up and down direction, placing the upper substrate 1b on the plurality of reception claws when the XYθ stage T1 is at the liquid crystal dropping portion S1 and moving the XYθ stage T1 to the substrate bonding portion S2.

[0043]

(2) Suction and chucking to the electrostatic chuck plate 28 from a robot hand may be performed.

[0044]

(3) The upper substrate 1b which falls as depressurization proceeds may be received by the reception claws provided on the XYθ stage T1 that have been explained in the above (1).

[0045]

(4) Further, with the upper substrate 1b pressed against the electrostatic chuck plate 28 by the reception claws 60 in Fig. 2 or the reception claws provided on the XYθ stage T1 that have been explained in the above (1) before falling of the upper substrate 1b, depressurization may be allowed to proceed from the state in which the upper substrate 1b is sucked and chucked to the electrostatic chuck plate 28, then switching to electrostatic chucking may be made. In this case, providing that the upper substrate 1b is not in close contact with the electrostatic chuck plate 28 physically, air between the upper substrate 1b and the electrostatic chuck plate 28 can be evacuated as depressurization takes place.

[0046]

(5) Furthermore, with the upper substrate 1b held in a position slight apart from the electrostatic chuck plate 28 by the reception claws 60 in Fig. 2 or the reception claws provided on the XYθ stage T1 that have been explained in the above (1), electrostatic chucking may be executed, without performing suction and chucking, while depressurization proceeds.

[0047]

(6) Although the two corner portions (two corners constituting a diagonal) of the upper substrate 1b are held by the reception claws 60 in Fig. 2, the four corner portions (four corners) of the upper substrate 1b may be held or the four sides or the two lengthwise sides of the upper substrate 1b may be held by adequate means.